

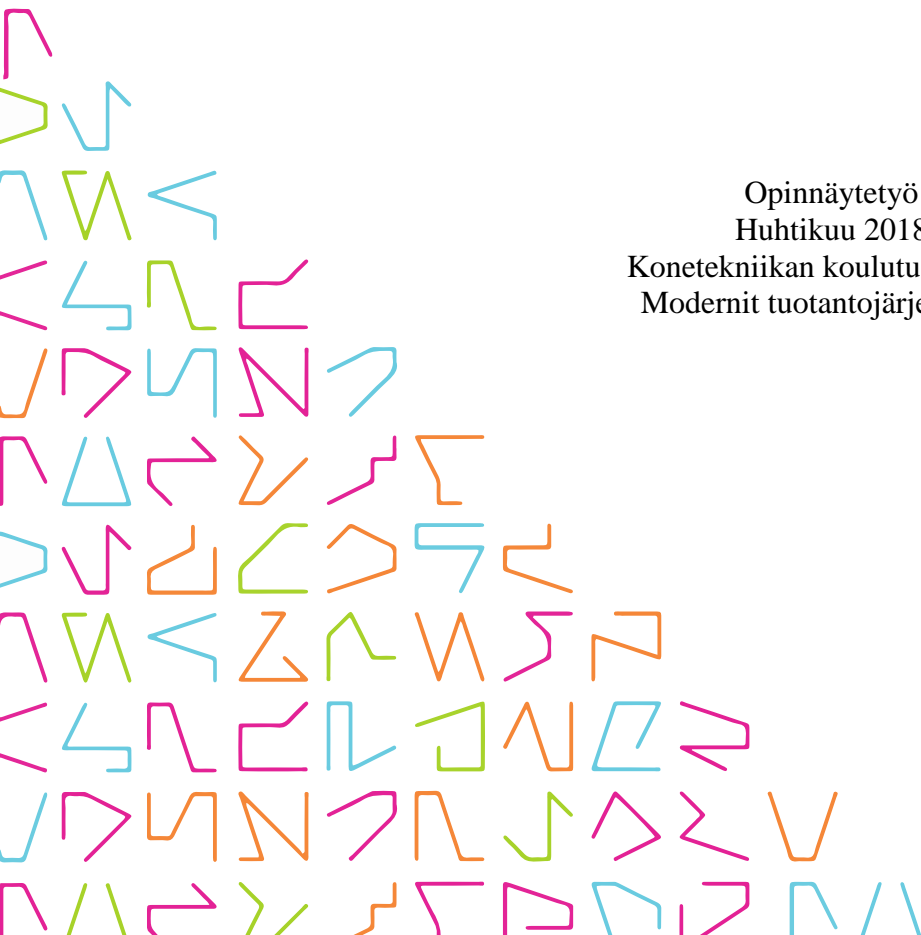


TAMPEREEN  
AMMATTIKORKEAKOULU

## **Viimeistelyprosessin työsisältöjen kar- toitus ja prosessin kehittäminen**

Teemu Kuusisto

Opinnäytetyö  
Huhtikuu 2018  
Konetekniikan koulutusohjelma  
Modernit tuotantojärjestelmät



## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Modernit tuotantojärjestelmät

KUUSISTO, TEEMU:

Viimeistelyprosessin työsisältöjen kartoitus ja prosessin kehittäminen

Opinnäytetyö 40 sivua, joista liitteitä 16  
Huhtikuu 2018

---

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia ja kehittää poralaitteiden viimeistelyprosessia. Tavoitteena oli kehittää laitetyypeittäin standardityöjärjestyslistat, joiden perusteella saadaan asetettua tuotannonohjausjärjestelmään oikeat ja realistiset kuormitustunnit jokaiselle laitemallille. Standardityöjärjestyslistojen toivottiin parantavan työn etenemisen läpinäkyvyyttä, tehostavan työn ohjausta sekä parantavan tiedon ja informaation kulkua. Työn tilaajana oli Sandvik Mining and Construction Oy.

Opinnäytetyönä tehtiin kehittämisprojekti, jota vastaavia on tehty myös muille tuotantosoluille Sandvikin Tampereen tehtaalla. Työssä perehdyttiin syvällisemmin viimeistelyn työtehtäviin ja selvitettiin, olisiko niitä mahdollista kehittää. Lisäksi selvitettiin, mitkä työvaiheet ovat ylimääräisiä ja mitä voitaisiin siirtää aikaisempaan tuotantoon loppupään vaiheiden kuormitusten pienentämiseksi.

Työn tuloksena saatiin laitetyypeittäin yksityiskohtaiset standardityöjärjestyslistat, joita pystytään hyödyntämään tuotannossa. Realististen kuormitusten avulla resurssien selvittäminen ja ohjaaminen muuttuivat huomattavasti helpommaksi. Työn aikana havaittiin myös monia resursseja turhaan vieviä työvaiheita. Näiden työvaiheiden tutkimisella ja kehittämisellä voidaan tuotanto saada vielä nykyistäkin tehokkaammaksi. Työn hyötyjen takia olisi suositeltavaa suorittaa vastaavanlainen tutkimus kaikille tuotantosoluille.

---

Avainsanat: standardityöjärjestys, tuotannonohjausjärjestelmä, tehokkuus

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Mechanical Engineering  
Modern Production Systems

KUUSISTO, TEEMU

Researching the content and Developing the Finishing process

Bachelors' thesis 40 pages, appendices pages 16  
April 2018

---

The purpose of this thesis was to research the content and develop the finishing process of drilling machines. The goal was to develop standard work order lists for each type of equipment, which would give realistic workloads to the production control system. The objective was that these lists would improve the transparency of job progress, improve work guidance, and improve the flow of information. The work was commissioned by Sandvik Mining and Construction Oy.

This study was a similar development project that has been done to other production cells at the Sandvik Tampere plant. The main focus was on the finishing work tasks and exploring how they could be improved. In addition, the aim was to find out which work steps were unnecessary and which could be transferred to earlier production phases to reduce workloads in the end of the production.

As a result of the work, detailed standard work order types that can be utilized directly in production were created. Realistic workloads made it easier to find and guide resources. During the study, many phases were discovered that used an unnecessarily large amount of resources. Research and development of these work stages can make production even more effective. Due to the benefits gained from this study, it would be advisable to carry out a similar study for all production cells.

---

Key words: standard work orders, production control system, efficiency

## SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO.....	6
1.1	YRITYSESITTELY .....	6
1.1.1	SANDVIK.....	6
1.1.2	SANDVIK TAMPERE .....	6
1.1.3	HISTORIA .....	7
1.2	TYÖN TAUSTAA.....	7
1.3	TYÖN TAVOITTEET .....	7
2	TEORIA .....	9
2.1	KILPAILUKYKY .....	9
2.2	TUOTANNON TEHOSTAMINEN ORGANISAATIOSSA .....	10
3	STANDARDITYÖLISTAT LAITTEILLE .....	12
4	STANDARDITYÖLISTOJEN KÄYTTÖÖNOTTO.....	14
4.1	KUORMITUKSET .....	14
4.2	TYÖLISTOJEN HYÖDYT .....	14
4.3	TULOKSIA .....	15
5	HAVAITTUJA ONGELMIA.....	17
5.1	PORATTAVAT KILVET .....	17
5.2	NESTEIDEN TANKKAUS .....	18
5.3	PAKKASNESTEEN TESTAUS UNDERGROUND-LAITTEET .....	18
5.4	EPÄSELVÄT VARASTOPAIKAT .....	19
5.5	DT82x PORALAITTEEN KATEPAKETTI.....	19
5.6	PANTERA KATEPAKETTI.....	20
6	KEHITYSEHDOTUKSIA .....	21
6.1	MAALAREIDEN KAPASITEETIN PARANTAMINEN.....	21
6.2	KATTEIDEN ASENNUKSEN SIIRTÄMINEN AIKAISEMPIIN KOKOONPANOVAIHEISIIN.....	22
7	POHDINTA.....	23
	LÄHTEET.....	24
	<i>LIITTEET</i> .....	25
	Liite 1. DD321 Suunniteltujen ja toteutuneiden tuntien seuranta 2014-2015 .	25
	Liite 2. Laskelmia ongelmien aiheuttamista kustannuksista vuositasonalla.....	26
	Liite 3. Standardityöjärjestyslista DD321 & DD421 .....	27
	Liite 4. Standardityöjärjestyslista DL3xx.....	28
	Liite 5. Standardityöjärjestyslista DL411 & DL421 .....	29
	Liite 6. Standardityöjärjestyslista DL431 .....	30
	Liite 7. Standardityöjärjestyslista DS411 & DS421.....	31

Liite 8. Standardityöjärjestyslista DT8xx.....	32
Liite 9. Standardityöjärjestyslista DT9xx.....	33
Liite 10. Standardityöjärjestyslista DT11xx & DT12xx & DT13xx.....	34
Liite 11. Standardityöjärjestyslista Ranger.....	35
Liite 12. Standardityöjärjestyslista Pantera.....	36
Liite 13. Standardityöjärjestyslista Dino.....	37
Liite 14. Standardityöjärjestyslista DQ240 & DQ440.....	38
Liite 15. Taulukko laitteiden kuormitusten pudotuksista laitemalleittain.....	39
Liite 16. Uusi pakkausjärjestys DT82x laitteiden katepaketille.....	40

# 1 JOHDANTO

## 1.1 YRITYSESITTELY

### 1.1.1 SANDVIK

Sandvik on kansainvälinen korkean teknologian teollisuuskonserni, jonka pitkälle kehitetyt tuotteet ovat markkinajohtajia valikoiduilla erikoisaloilla. Näitä ovat metallintyöstössä käytettävät työkalut, kaivos- ja maarakennusteollisuuden laitteet ja työkalut, ruostumattomat materiaalit, erikoismetalliseokset, metalliset ja keraamiset kestmateriaalit sekä prosessijärjestelmät. Vuonna 2011 konserni työllisti 50 000 henkilöä, ja sillä oli työntekijöitä ja toimintaa yli 130 maassa. Liikevaihto oli lähes 94 miljardia Ruotsin kruunua. Nykyisin Sandvik koostuu kolmesta vahvasta liiketoiminta-alueesta: Sandvik Mining and Construction, Sandvik Tooling ja Sandvik Material Technology.

FINANCIAL KEY FIGURES	2015	2014	2013	2012	2011	2010
Invoiced sales, MSEK	90,822	88,821	87,328	98,529	94,084	82,654
Profit/loss after financial items, MSEK	4,059	8,264	6,753	11,516	8,179	9,412
Consolidated net profit for the year, MSEK	2,194	5,992	5,008	8,107	5,861	6,943
Return on capital employed <sup>1)</sup> , %	7.9	13.4	12.6	19.8	16.0	17.4
Return on shareholders' equity <sup>2)</sup> , %	6.2	17.4	15.3	25.3	18.5	22.1
Cash flow from operations, MSEK	11,952	9,515	5,133	11,892	7,764	12,149
Number of employees, 31 December	45,808	47,318	47,338	48,742	50,030	47,064

Kuva 1 Sandvikin avainlukuja

### 1.1.2 SANDVIK TAMPERE

Vuonna 1997 Sandvik-konserni osti Tamrockin. Tamrock ja Sandvik Rock Tools muodostivat yhdessä Sandvik Mining and Construction- liiketoiminta-alueen, joka on nykyisin maailman johtava poraus- ja louhintakoneiden ja laitteiden, työkalujen ja palvelujen toimittaja kaivos- ja maarakennusteollisuudelle. Tampereen tehtaalla valmistetaan tunnelinporauslaitteita, avolouhintalaitteita, kaivos- ja tuotantoporauslaitteita ja pultituslaitteita.

### 1.1.3 HISTORIA

Sandvikin perusti vuonna 1862 Göran Fredrik Göransson. Hän osti vuonna 1855 pienen rautaruukin nimeltä Högbo Bruk ja onnistui pian sen jälkeen ensimmäisenä soveltamaan Bessemer-menetelmää korkealaatuisen teräksen tuotantoon. Myöhemmin hän osti oikeudet menetelmän käyttöön tavattuun Sir Henry Bessemerin liikematkallaan Englannissa. Sandvik laajensi toimintaansa vähitellen lopputuotteisiin, kuten sahoihin ja muihin työkaluihin, reiälliseen porateräkseen ja teräsputkiin.

## 1.2 TYÖN TAUSTAA

Opinnäytetyö tehtiin viimeistelyn työkuormitusten selvittämiseksi. Edellisestä työkuormitusten selvittämisestä oli kulunut useita vuosia ja tuotantotavat ovat muuttuneet huomattavasti tämän jälkeen. Päivitetyillä kuormituksilla saadaan selvitettyä realistiset läpäisykapasiteetit tuotantovaiheelle sekä päästään paremmin prosessiin sisälle, joka helpottaa prosessin tarkastelua ja kehittämistä.

## 1.3 TYÖN TAVOITTEET

Opinnäytetyön päätavoitteena oli kehittää standardityöjärjestyslistat viimeistelyyn, miettiä parannusehdotuksia prosessiin sekä puuttua prosessissa havaittuihin ongelmiin. Työn toivottiin parantavan työn etenemisen läpinäkyvyyttä, tehostavan työn ohjausta sekä parantavan tiedon ja informaation kulkua. Tärkeimmäksi osaksi muodostuivat yksityiskohdalliset standardityöjärjestyslistat kaikille laitemalleille. Standardityöjärjestyslistojen tarkoituksena on selkeyttää työn etenemistä, parantaa tehokkuutta, sekä helpottaa ohjaamista ja johtamista. Laitekohtaisten standardityöjärjestyslistojen avulla voidaan myös suorittaa ennakoivaa työtä ennen laitteen saapumista asemalle, kuten materiaalin ohjausta sekä tarvittavia osakeräilyjä. Työvaiheiden jakamisen ohella, tuli selvittää kuormitustunnit kullekin laitteelle.

Viimeistelyprosessin tutkimisella oli tarkoitus saada laitteiden läpäisy aika mahdollisimman pieneksi. Prosessia purkaessa oli tarkoitus nostaa esille suurta kuormitusta aiheuttavia työvaiheita, purkaa vaiheet pienempiin osiin ja tutkia mikäli vaiheita olisi mahdollista kehittää, tehostaa tai jopa siirtää aikaisemmille tuotannon vaiheille.

Laitteiden valmistusaikataulut ovat tarkasti suunniteltu ja pelivara on yleensä jo aikaisemmissa tuotannon vaiheissa syöty. Tästä syystä kuormitus tuotannon loppupäässä tulisi saada mahdollisimman vähäiseksi. Ongelmien havaitseminen tuotannon loppupäässä voi olla kohtalokasta laitteen valmistumiselle aikataulussa. Vikojen havaitseminen aikaisemmassa tuotannon vaiheessa helpottaa vikoihin puuttumista ja korjaavien toimenpiteiden tekeminen ilman suurta kiirettä mahdollistuu. Tästä syystä tuli selvittää, mikäli työvaiheita olisi mahdollista siirtää aikaisemmille tuotannon vaiheille.



## 2 TEORIA

### 2.1 KILPAILUKYKY

Kilpailukyky tarkoittaa jonkin yrityksen kykyä suoriutua ja selviytyä taloudellisesta kilpailusta muiden saman toimialan yritysten kanssa. Nykyajan megatrendit, eli nopeasti kiihtyvä globalisaatio ja markkinatalous lisäävät yritysten välistä kilpailua silti jopa myös yli toimialarajojen, jolloin yritysten on jatkuvasti kehitettävä kilpailukykyään toisiin yrityksiin nähden, oikeuttaaksensa olemassa olonsa yritysmaailman kartalla. Maailman yhdyntyessä ja verkostoituessa yritykset pyrkivät globaalisti samoihin markkinoiden asettamiin perustavoitteisiin: nopeaan ja kannattavaan kasvuun taloudellista suorituskykyään parantamalla sekä nostamaan osuuttaan maailman markkinoista. Kilpailukyvyn laiminlyöminen johtaa lisääntyviin kustannuksiin, epätehokkuuteen, kannattamattomuuteen ja pahimmassa tapauksessa yrityksen katoamiseen konkurssin myötä. (Toivo Äijö, Kilpailukyky huippukuntoon, 2008)

Yritystasolla kilpailukyvyn parantamisen idean voi helposti kiteyttää yhdeksi perustavoitteeksi, joka on kansainvälisen tai globaalin kilpailukyvyn parantaminen. Keinot tämän perustavoitteen saavuttamiseksi ovat globaalissa maailmassa toimialasta riippumatta lähes samat: osaaminen tason kohottaminen, uusien ja korkeatasoisempien tuotteiden kehittäminen, tuotannon tehokkuuden nostaminen ja kustannusten laskeminen. Yhä useammin yritysten on menestyäkseen pystyttävä samanaikaisesti parantamaan laatua, palvelua ja innovointiaan, mutta myös samalla laskemaan kustannuksiaan. Yhdessä nämä tekijät nostavat yrityksen tuottavuutta, ja siten yrityksen kilpailukykyä. (Kilpailukyky huippukuntoon, 2008)

Tuottavuus ei toteudu pelkästään vain siten, että tehdään entistä enemmän entistä lyhyemmässä ajassa. Nykyajan innovatiivisessa tietoyhteiskunnassa haetaan yhä enemmän uusia tapoja, joilla korvataan vanhentuneet ja organisaatioon juuttuneet epätehokkaat toimintatavat. Yhä enemmän oivalluksia tuottavuuden parantamiseksi syntyy tarkasti analysoidusta ja testatusta tiedosta, jota jakamalla, jalostamalla ja uudella tavalla yhdistelemällä syntyy uusia tuottavampia työtapoja. Kilpailukykyä rakennetaan luomalla olosuhteet, rakenteet ja työtavat jotka mahdollistavat tuottavan työskentelyn organisaation jokaisella tasolla ja yrityksen liiketoiminnan tuotantoprosessien sisällä.

Jatkuva yritysten välinen kilpailutila on globaalissa talousmaailmassa eräs varmimmista ilmiöistä nyt ja tulevaisuudessa. Yleisellä tasolla arvioituna kilpailu lisääntyy järjestelmällisesti ja väistämättä niillä toimialoilla sekä niissä tuotesegmenteissä, missä yritykset saavuttavat tällä hetkellä korkeimmat voittomarginaalit. Yleensä yrityksen kilpailukyky toimii vapaiden markkinoiden yksittäisellä toimialalla yrityksen menestyksen takuuna, etenkin pitkällä aikavälillä. Kilpailukyvyyn kestävyys ja laatu siis käytännössä ratkaisevat joko yrityksen onnistumisen tai epäonnistumisen. (Jukka Oksaharju, Hyvästä yhtiöstä hyvään sijoitukseen, 2012)

Yrityksen strategian oleellisia ydintavoitteita tulisikin olla kilpailukyvyyn ylläpitäminen ja sen kehittäminen kilpailijoihin nähden. Tämä tarkoittaa, että osaamismielessä yrityksellä tulisi olla jotakin sellaista, mitä kilpailijat eivät syystä tai toisesta pysty kopioimaan, kuten henkilöihin sitoutunutta tietotaitoa tai edistyksellisiä ja viimeiseen asti hiottuja liiketoimintaprosesseja. Osaaminen kehittäminen yksilötasolla ja sen muodostuminen osaksi organisaation yhteisöllistä aineetonta pääomaa tukee yrityksen kilpailukyvyyn kehittymistä ja säilyvyyttä. (Puusa, Reijonen, Juuti, Laukkanen, Akatemiasta markkinapaikalle, 2014)

## **2.2 TUOTANNON TEHOSTAMINEN ORGANISAATIOSSA**

Tuotannon tehostamisella tarkoitetaan yleisesti alhaisempia valmistuskustannuksia, parempaa laatua, lyhyempää tuotteen läpimenoaikaa, sekä joustavuutta vastata tuotteiden kysynnän vaihteluihin talouden syklien vaihdellessa. Jotta yritys selviytyisi kohti näitä kilpailukykyä parantavia päämääriä, tulee sen jatkuvasti etsiä kehittämiskohteita liiketoiminnallisista prosesseistaan ja kokeilla sekä testata kokonaan uusia ideoita ja näkökulmia esimerkiksi jonkin työvaiheen toteuttamiseksi yrityksen tuotteen suunnittelu- ja tuotantoprosessissa. Erityisesti tuotteen lyhyemmillä läpimenoajoilla ja tuotantokapasiteetin joustavuudella voidaan pienentää merkittävästi tuotantoon sidotun pääoman määrää, sekä saavuttaa skaalaetuja tuotannon mukautuessa sulavasti asiakkaiden kysynnän mukaan.

Tuotantokustannusten alentaminen ja toimintaprosessien tehostaminen ovat yritysten yleisempiä kilpailustrategisia pääpainopisteitä. Yrityksen voitto syntyy karkeasti tuottojen ja kustannusten välisestä erotuksesta, jolloin yrityksellä on suuri motiivi pitää tuotannosta aiheutuvia kustannuksia mahdollisimman alhaisina. Globaalissa kilpailuympäristössä tämä tarkoittaa sitä, että yksittäinen yritys pyrkii saavuttamaan kustannustason, joka

on toimialan keskeisten kilpailijoiden kulutasoa matalampi. Yritys saavuttaa kustannus-  
edun, jos se pystyy suunnittelemaan liiketoimintansa alhaisemmilla kustannuksilla kil-  
pailijoihinsa nähden. Yksi merkittävä keino tähän tilanteeseen pääsemiseksi on tuotannon  
tehostaminen ja uudelleen organisointi tehokkaammaksi uusien työmenetelmien sekä ide-  
oiden avulla. Yrityksen työntekijöiden tulee pyrkiä omaksumaan jatkuvasta tehokkaam-  
pia työskentelytapoja ja kehittää suoraviivaisempia tuotantoprosesseja. Epätehokkaat ja  
kustannuksia turhaan nostavat menetelmät ja työvaiheet pitää pyrkiä karsimaan kokonaan  
pois yrityksen koko liiketoiminnan alueelta ja eri organisaatiotasoilta. (Hyvästä yhtiöstä  
hyvään sijoitukseen, 2012)

Yrityksien innovointi- ja suunnittelukulttuuri, joiden ansiosta myös tuotantoprosesseja  
pystytään tehostamaan, tapahtuvat ihmisten mielissä ja ideoissa. Yrityksen laadullisten  
asioiden kuten työntekijöiden osaamisen, henkilöstön resurssien, organisaation kulttuurin  
ja identiteetin merkityksen tunnistaminen strategisen kyvykkyyden ja kilpailuedun läh-  
teenä on perusteltua siksi, että yleisesti kilpailuetu säilyy vain kunnes toiset yritykset ky-  
kenevät kopioimaan jonkin liiketoiminnallisen osan kilpailijaltaan. Henkilöihin sitoutu-  
nutta sekä organisaation toimintatapaan, kulttuuriin ja prosesseihin pitkällä aikavälillä  
kerääntynyttä yhteisöllistä ja rakenteellista pääomaa sekä niin sanottua hiljaista tietoa ei  
ole mahdollista kopioida. (Akatemista markkinapaikalle, 2014)

### 3 STANDARDITYÖLISTAT LAITTEILLE

Työ aloitettiin kehittämällä kaikille laitteille yksityiskohtaiset standardityöjärjestykset. Pohja standardityöjärjestyksille saatiin Underground tuotannon loppukokoonpanossa käytettävistä työlistoista. Työlistoilta näki selkeästi millaisia viimeistelyn standardityöjärjestyslitojen tulisi valmistuessaan olla. Standardityöjärjestysten teko aloitettiin hyödyntämällä omia kokemuksia sekä keräämällä informaatiota laitteiden läheisyydessä niiden ollessa viimeistelyssä. Tietyt laitemallit olivat mahdollista soveltaa samaan standardimalliin, sillä niiden työvaiheet olivat hyvin pitkälti samanlaisia. Laitteiden menettelyt aloitettiin Underground-laitteiden osalta DD321- laitteella ja Surface-laitteista Ranger DX800- laitteella. Näiden kahden laitemallin perusteella pystyttiin rakentamaan päärunko standardityöjärjestyslistoille. Päärungon avulla sovellettiin kaikkiin laitteisiin työlistat, laitteen työvaiheet ja mahdolliset optiot huomioiden.

Haasteita aiheutti laitteiden vaihteleva tuotanto-ohjelma. Myös asentajien asenteet muu-  
tosta kohtaan hankaloittivat aluksi informaation keräystä. Yksityiskohtaisten työjärjes-  
tyksien kehittämiseksi, tuli laitteen olla viimeistelyssä, jotta työvaiheet saatiin käytyä lä-  
vitse läpikotaisin. Kaikkia laitemalleja ei kuitenkaan työn aikana päästy tarkastelemaan,  
joten osa työvaiheista tuli selvittää asentajia haastatellen. Tämä tarkoitti käytännössä, että  
puuttuvien laitteiden työvaiheet työjärjestyksiin selvitettiin asentajien kokemusten ja nä-  
kemysten perusteella.

Aluksi selvitettiin päätyövaiheet, jonka jälkeen kuormittavimmat vaiheet jaettiin pienem-  
miksi osiksi tarkkojen kuormitusten selvittämiseksi (Kuva2 Päävaiheet tummemmalla si-  
nisellä, vaiheiden jako haaleammalla). Asentajat kuittaavat sähköisestä tarkistuspyytäkiri-  
jasta tiettyjä työvaiheita, nämä kohteet ovat merkattuna listan vasemmassa reunassa. Työ-  
vaiheet ovat merkattuna Perustyöt-sarakkeen alle. Työvaiheiden oikealla puolella näkyy  
työvaiheen arvioitu kesto. Työvaiheen kesto saatiin tutkimalla laitteiden kuormituksia,  
kesto perustuu jokaisella laitteella vähintään viiden saadun tuloksen keskiarvoon. Ete-  
nemä-sarakkeeseen asentaja merkitsee työvaiheen suoritetuksi. Tämän avulla nähdään  
laitteen tila ja asentaja näkee helposti mitä tulisi tehdä seuraavaksi. Huomiot-sarakkeesta  
näkee mahdollisia lisätietoja kyseisestä työtehtävästä.

	DD321, DD421			
Tark.pö ytäkirja	Perustyöt	Kesto	Eten emä	Huomiot
	Laitteen aio sisään	0,25		
x	Vuototesti	6,5		OHJE: STA-05-016
	*Kiskoien putsaus, puomien ja liukupalojen rasvaus	2		
	*Öljyjen lämmitys(50-60°C)			2h 50-60°C
	*Ajo	2		
	*Vuotojen etsintä	0,5		
	*Vuotojen paikkaus	2		
x	Katepaketin nouto ja valmistelu	2		
	*Nouto	1		
	*Kierteiden avaus	0,5		
	*Purku	0,5		
x	Katteiden asennus ja säätö	12,5		
	*H-palkin tarkistus / mitoitus paikoilleen	1		
	*"Lokinsiivet" paikoilleen x2 (+sadehatun kiinnitys ja	3		
	*Peräpellit katolle x2	1,5		
	*Hydraulisäiliön pelti katolle	0,25		
	*Moottorin suoja katolle	0,25		
	*Vesipumpun suoja katolle	0,25		
	*Tehovyksiköiden pienet ovet eteen	2		
	*Takaovet x4	4		
	*Peräpelti	0,25		

kuva 2 Esimerkki standardityöjärjestyslistoista DD321

## 4 STANDARDITYÖLISTOJEN KÄYTTÖÖNOTTO

Standardityöjärjestyslistojen toimivuutta alettiin kokeilla ottamalla ne käyttöön kaikilla viimeistelyn neljällä asemalla. Käyttöönotto tapahtui niin, että kaikille asemille tuotiin taulut, joihin standardityöjärjestyslistat kiinnitettiin. Asentajia pyydettiin merkitsemään rasti suoritettun työvaiheen kohdalle sekä lisäämään mahdollisia työvaiheita, jotka heidän mielestään listoissa tulisi olla. Tämän avulla listat hiottiin viimeiseen muotoonsa.

### 4.1 KUORMITUKSET

Standardityövaiheiden selvittyä selvitettiin kunkin työvaiheen kuormitus, eli kesto. Kuormitusten selvittämiseen käytettiin omia kokemuksia, asentajien haastatteluista sekä työvaiheen tarkkailua laitteen ollessa viimeistelyssä. Työvaiheen kuormitusten avulla pystyttiin laskemaan kullekin laitteelle kuormittavat tunnit. Lopulliset kuormitukset saatiin tutkimalla jokaista laitemallia vähintään viisi kappaletta ja laskemalla näiden kuormitusten keskiarvo.

Laitekohtaiset kuormitukset oli edellisen kerran päivitetty vuosia sitten, joten ne eivät olleet enää ajan tasalla. Jokainen poralaite on oma yksilönsä ja erilaisia ongelmia ilmenee lähes jokaisen laitteen kohdalla. Laatuongelmien, kuten huonojen mitoituksien tai vuotavien liitoksien, vuoksi lisättiin työvaiheiden kuormituksiin virhemarginaali, jotta kokonaiskuormituksista tulisi mahdollisimman realistisia. Virhemarginaali saatiin haastattelella asentajia ja laskemalla keskiarvo ylimääräisien korjaustehtävien kestosta. Virhemarginaalin suuruus oli, koneen koosta ja mallista riippuen, tunnista kahteen.

### 4.2 TYÖLISTOJEN HYÖDYT

Työlistojen tarkoituksena on helpottaa johtamista ja parantaa töiden läpinäkyvyyttä. Listojen avulla työnjohto sekä asentajat pystyvät seuraamaan laitteen tilaa ja arvioimaan valmistumisaikataulun. Helpon seurattavuuden avulla asentajia pystytään ohjaamaan muihin työtehtäviin. Kun laite lähestyy valmistumista, voidaan esimerkiksi ylimääräiset työntekijät ohjata toisille laitteille tai tekemään valmistelevia töitä tulevia laitteita varten. Ohjattavuuden ja suunnitelmallisuuden avulla pystytään parantamaan selkeästi asentajien tehokkuutta.

Viimeistelyssä työt tehdään kahdessa vuorossa. Aikaisemmin etenemisen seuranta suoritettiin suullisesti ja tämä aiheutti satunnaisesti ongelmia informaation kulussa. Työlistat toimivat apuvälineenä kommunikointiin, kun infotaululta näkee selkeästi missä vaiheessa työt ovat ja mahdolliset ongelmat on jo ennalta kirjattu ylös. Näin asentajat pääsevät suoraan laitteelle töihin ja on selvää mitä seuraavaksi tulisi tehdä.

Keväällä Sandvikin Tampereen tehtaalla palkattiin uusia työntekijöitä sekä tehtiin osastojen välisiä siirtoja. Yksityiskohtaiset työjärjestyslistat helpottavat huomattavasti työntekijöiden kouluttamista uusiin työtehtäviin. Listojen avulla uudelle työntekijällä on selvää mitä hänen tulisi tehdä ja tämä vähentää tarvittavan perehdyttämisen määrää.

### 4.3 TULOKSIA

Kuormitusten tutkimisen jälkeen selvisi, että joidenkin laitteiden suunniteltuja kuormitustuntimääriä oli mahdollista alentaa huomattavasti (liite 13). Surface-laitteiden kohdalla päivitettyt kuormitukset olivat hyvin lähellä tuotannonohjausjärjestelmässä suunniteltuja, joten kuormituksiin päätettiin olla puuttumatta. Underground-laitteille tutkimusta ei oltu koskaan tehty, vaan kuormitus perustui miehityksen suuruuteen. Laitteiden oli suunniteltu valmistuvan viimeistelyssä kahden vuoron aikana, kun molemmissa vuoroissa on viisi henkilöä töissä. Tämä ei kuitenkaan vastannut todellisuutta ja kuormitusten pudotus oli selkeä. Keskimääräinen suunnitellun kuormituksen pudotus Underground-laitteissa oli jopa noin 50%. DD- ja DT-laitteiden kohdalla tunteja pystyttiin pudottamaan noin 43%, vähemmän kuormittavien DL-laitteiden pudotukset olivat jopa 54%. Bedrock-laitteita DD422i ja DT922i ei työn aikana tehty, joten laitteiden kuormitus perustuu asentajien haastatteluun ja omiin kokemuksiin. Laitteiden kuormitukseen saatiin 46% pudotus.

Kuormituksen muutos suunniteltiin tehtävän kahdessa portaassa. Ensimmäinen muutos tehtiin selvitysten valmistuttua, aloittaen vuoden toisella kvartaalilla (Liite 2.). Lopullisiin kuormituksiin on tarkoitus päivittää vuoden kolmannella kvartaalilla. Työn aikana seurattiin, kuinka tehokkuus säilyi suunniteltujen kuormitusten pudottamisen jälkeen ja kuinka uusiin aikatavoitteisiin pystyttiin vastaamaan. Underground-laitteiden kohdalla tunnit alkoivat hiljalleen työn aikana laskea. Surface-laitteiden kohdalla toteutuneet tunnit olivat huomattavasti suunniteltua suurempia työn aikana. Tämän arveltiin johtuvan silloisesta vähäisemmästä volyyymista, kun uutta laitetta valmistuneen laitteen tilalle ei

tule, asentajat pysyvät kirjautuneena jo valmistuneelle laitteelle, joka kasvattaa laitteen toteutunutta tuntimäärää.



## 5 HAVAITTUJA ONGELMIA

Työjärjestyksiä tarkastellessa lähemmin havaittiin useita ongelmia, jotka aiheuttavat osastolla turhia kustannuksia, työtuntien menetyksiä sekä puutteita työturvallisuudessa. Ongelmia tutkittiin ja niiden aiheuttamat resurssien menetykset selvitettiin (Liite3). Näiden avulla pystyttiin arvioimaan resurssien menetyksiä laite-ennusteita tutkimalla.

### 5.1 PORATTAVAT KILVET

Kaikkiin poralaitteisiin tulee kymmeniä metallisia varoitus- sekä ohjekilpiä, esimerkiksi DD321-laitteessa porattavia kilpiä on parhaimmillaan yli 70, Rangereissa porattavia kilpiä noin 30. Metalliset porattavat kilvet kiinnitetään poraamalla kilpeen neljä reikää ja laittamalla reikiin popniitit. Vaihtoehtona metallisille kilville ovat muoviset liimattavat tarrat. Liimattavat tarrat ovat selkeästi helpompia kiinnittää, ne vaativat ainoastaan liimakohdan puhdistamisen pesuaineella ja rätillä pyyhkimällä ja tämän jälkeen tarra laitetaan kiinni, sillä niissä on valmiina tarrapinta. Metallikilpien käytön syytä selvittäessä ei tullut esiin järkevää syytä miksi niitä yhä käytetään (Kuva 4). Tutkittaessa siirtymistä tarroihin tuli huomioida pysyvätkö tarrat kiinni yhtä hyvin kuin kilvet ja kuinka paljon enemmän ympäristöhaittoja syntyy, kun tarrojen kiinnityspinta joudutaan puhdistamaan kemikaaleilla.



Kuva 3 Tarra(vasemmalla) ja porattavat kilvet

Porattavien kilpien kiinnityksen laskettiin kestävän keskimäärin 2 tuntia enemmän poralaitetta kohden kuin liimattavien tarrojen (Kuva 3). Lisäksi selvisi, että laitetta kohden hajoaa keskimäärin 2 poranterää, joka myös aiheuttaa lisäkustannuksia.

Asiaa tutkittiin ja tultiin tulokseen, että järkevintä on siirtyä täysin liimattaviin tarroihin. Prosessia ei kuitenkaan voida suorittaa välittömästi vaan siirtyminen uuteen malliin voi viedä jopa kuukausia. Porattavan kilven hinta on kolmesta neljään euroa ja niitä on varastossa satoja, ellei tuhansia. Selvitys tarroihin siirtymisestä meni suunnittelun jatkoharkintaan. Underground laitteissa muutos on toteutus vaiheessa ja uusissa tuotteissa on siirrytty tarroihin.

## **5.2 NESTEIDEN TANKKAUS**

Viimeistelyssä tarkastetaan koneissa olevan standardien määräämät määrät nesteitä, kuten polttoainetta, jäähdytysnestettä ja niin edelleen. Viimeistely siirtyi uusiin tiloihin 2015 syksyllä, eikä tiloista löydy tankkauspaikkoja kaikille nesteille. Nesteet, kuten Urea, kompressorijöly, niskanvoitelu ja keskusrasvauksessa käytettävä 00 Centra, joudutaan käydä tankkaamassa toisella puolella tehdasta ja tämän laskettiin aiheuttavan noin puoli tuntia ylimääräistä työtä konetta kohden. Nesteitä joudutaan pääasiassa hakemaan Surface-laitteille, underground-laitteiden tankkauspaikat löytyvät viimeistelyn lähietäältä.

Uuden tankkauspaikan tekeminen ja kaiken siihen johtavan työn ja järjestelyn arvioitiin kuitenkin maksavan useita kymmeniä tuhansia, joten tähän ongelmaan päätettiin olla puuttumatta.

## **5.3 PAKKASNESTEEN TESTAUS UNDERGROUND-LAITTEET**

Underground-laitteissa käytetään pakkasnestettä jäätymisen estämiseksi. Pakkasnesteen sietokyky testataan viimeistelyssä siihen tarkoitetulla työkalulla ja työvaihe kestää noin 15 minuuttia. Pakkasneste laitetaan kokoonpanolinjalla ja se olisi kaikkein helpointa testata lisäyksen yhteydessä. Asiasta oltiin yhteydessä kyseisen kokoonpanoaseman työnjohtajan kanssa ja tästä lähtien testaus olisi tarkoitus suorittaa tällä asemalla.

## 5.4 EPÄSELVÄT VARASTOPAIKAT

Viimeistelyssä poralaitteisiin tehdään vielä viimeisiä asennustöitä, joita aikaisemmissa vaiheissa ei ole voitu suorittaa. Viimeistelyn työtilat ovat rajalliset ja tästä syystä kaikkia asennettavia osia ei voida varastoida viimeistelyn alueelle, vaan niitä säilytetään ulkovarastossa tai logistiikka toimittaa ne varastoistaan viimeistelyyn. Useasti osien löytäminen ei kuitenkaan ole ollut helppoa, vaan niitä on joutunut etsimään ympäri tehdasta. Ylimääräisiin etsimistöihin laskettiin kuluvan noin 30 minuuttia per poralaite.

Työn aikana selvitettiin osat, joiden varastopaikat olivat epäselviä ja pohdittiin, kuinka ne saataisiin järkevästi mahdollisimman lähelle viimeistelyn asemaa. Tällaisia osia olivat etukoteloiden pellit, ohjauskeskusten pellit, kumipuskimet ja turkkipellit. Asiasta oltiin yhteydessä logistiikan työnjohtajaan ja yhteistyössä logistiikan kanssa aloitettiin projekti, jonka avulla päästäisiin eroon epäselvistä varastopaikoista.

## 5.5 DT82x PORALAITTEEN KATEPAKETTI

DT821 ja DT820 laitteisiin asennetaan viimeistelyssä vielä katteet. Katteiden asennus aikaisemmin aiheuttaisi ongelmia muun muassa mahdollisissa vikojen havaitsemisissa sekä niiden paikkaamisissa. Opinnäytetyötä tehdessä havaittiin edellä mainittujen laitteiden katepaketin olevan epäloogisessa järjestyksessä tullessaan toimittajalta. Katepaketti jouduttiin purkamaan kokonaan, sillä laitteisiin ensimmäisinä asennettavat katteet olivat aivan paketin alimmaisena. Katteet levitettiin lattialle koneen ympärille. Tämä vei turhaa aikaa ja suuren kokonsa vuoksi lattialle levitetyt katteet veivät todella paljon tilaa. Laitteen ympärille levitetyt katteet aiheuttivat liukastumis- sekä kolhuvaaran ja olivat näin riski työturvallisuudelle.

Ongelmaa lähdettiin ratkomaan niin, että aluksi selvitettiin asentajia haastattelemalla katteiden kokoonpanojärjestys. Tämän jälkeen katteiden id-koodit sekä kuvat haettiin Teamcenter-ohjelmasta. Id-koodit sekä tekniset kuvat kerättiin yhteen Word-asiakirjaan liite 14). Tarvittavien tietojen keräämisen jälkeen otettiin yhteys katteiden toimittajaan ja selvitettiin, onko katepaketti mahdollista toimittaa tiedoston mukaisessa järjestyksessä. Uusi järjestys hyväksyttiin ja kevään myötä paketit alkoivat tulla pyynnön mukaisesti.

Uusittu katepaketti mahdollisti katteiden asentamisen suoraan paketista, ilman että pakettia tarvitsi purkaa ja levittää ympäri hallia. Asentajien palaute uudesta paketista oli hyvin positiivista.

## **5.6 PANTERA KATEPAKETTI**

Viimeistelyssä Panteraan asennetaan katepaketti. Katepaketti on valmiiksi koottu kokonaisuus, joka vain nostetaan ja kiinnitetään laitteen päälle. Katepaketin ja hytin takalasin väliin jäävä rako oli suunniteltu todella pieneksi ja katepakettia asentaessa se monesti osui takalasiin sillä seurauksella että lasi hajosi. Lasin vaihtamiseksi jouduttiin ottamaan yhteys alihankkijaan, joka tuli suorittamaan lasin vaihdon. Tämä aiheutti useiden tuntien ylimääräisen työn sekä ylimääräisiä kustannuksia. Alustavana toimenpiteenä katepaketista alettiin polttoleikkaamaan siivu pois, jotta se ei enää osuisi lasiin. Toimenpide aiheutti kuitenkin vielä tunnin ylimääräistä työtä. Lopullisena toimenpiteenä otettiin yhteys suunnitteluun, josta toivottiin takaikkunan ja katteen välisen osan pienentämistä, jotta törmäystä lasiin ei enää pääsisi tapahtumaan.

## 6 KEHITYSEHDOTUKSIA

### 6.1 MAALAREIDEN KAPASITEETIN PARANTAMINEN

Työn aikana havaittiin, että maalareiden kapasiteetin käyttöä olisi mahdollista parantaa. Laitemaalaamossa on neljä pääasiallista työtehtävää: poralaitteiden pesu, puhaltaminen, peittely sekä maalaus. Pesussa, puhaltamisessa sekä maalauksessa tarvitaan ainoastaan kahta maalaria ja kyseisten työvaiheiden ajan loput työmiehet odottavat vaiheen valmistumista. Maalaamossa vuorossa työskentelee viidestä kuuteen henkilöä, joten mikäli laitteita ei ole molemmissa maalauskammioissa, suurin osa maalareista vain odottaa edellä mainittujen kolmen työvaiheen valmistumista. Neljäs työvaihe peittely on kaikista kuormittavin ja se vaatii kaikkien maalareiden läsnäolon tehokkaiden läpäisyajkojen ylläpitämiseksi.

Kapasiteetin käytön parantamiseksi maalareille olisi hyvä kouluttaa viimeistelyn työtehtäviä, sillä työpisteet sijaitsevat aivan vierekkäin ja liikuttelu olisi helppoa. Poralaitteille tehdään maalaamisen jälkeen vuototesti, joka normaalisti tehdään viimeistelijöiden toimesta. Underground-laitteiden vuototesti on tehtävä viimeistelyn asemilla, mutta Surface-laitteet eivät vaadi viimeistelyn työpisteellä olemista. Laitteiden vuototestit tehdään ulkona ja kyseinen työvaihe olisi helppo opettaa maalareille. Surface-laitteen valmistuttua viimeistelyssä se ajetaan pois lattialta ja tämän jälkeen viimeistelijä lähtee vuototestaamaan seuraavaa laitetta ennen kuin se voidaan tuoda asemalle. Mikäli maalarit pystyisivät tekemään testit, päästäisiin tästä eroon.

Viimeistelyn jälkeen laitteet kiiltävät pinnat käsitellään suojarasvalla erillisessä kammiossa. Maalarit suorittivat tehtävää hetkellisesti kesällä 2014, mutta kun suojarasvausta alettiin tehdä vanhassa Surface-maalauskammiossa, siirtyi tehtävä takaisin viimeistelijöille. Tämänkin työvaihe olisi mahdollista siirtää takaisin maalareille ja siitä koituisi hyötyä, kun viimeistelyssä on kiire.

## **6.2 KATTEIDEN ASENNUKSEN SIIRTÄMINEN AIKAISEMPIIN KOKOON- PANOVAIHEISIIN**

Kattamisen siirtäminen aikaisemmille kokoonpanoasemille ei suoranaisesti vähennä laitteen läpäisyaikaa, mutta se vähentää kiirettä ja mahdollisia laatupuutteita tuotannon viimeisiltä vaiheilta. Kattaminen on kuormittavimpia työvaiheita viimeistelyssä ja sen aikana törmätään useasti ongelmiin sekä laatupuutteisiin. Katteiden hiomista sekä leikkaamista suoritetaan viimeistelyssä useiden laitteiden kanssa ja ne aiheuttavat yllättäviä kuormitusten kasvamisia. Huonoimmissa tapauksissa katteiden kanssa on niin suuria ongelmia, että ne on jouduttu vaihtamaan kokonaan uusiin. Huonoimmassa tapauksessa uutta katepakettia ei ole varastossa, joten joudutaan ottamaan alihankkijaan yhteys ja tilaamaan lisää. Tällaiset ongelmat voivat aiheuttaa laitteelle useiden tuntien tai huonoimmassa tapauksessa, useiden päivien myöhästymisen. Edellä mainituista syistä kattamisen siirtäminen aikaisempaan tuotantovaiheeseen on hyvin perusteltua. Laatupuutteiden ja ongelmien havaitseminen aiemmissa vaiheissa antaa mahdollisuuden reagoida tilanteeseen rauhassa.

Kattamisen siirtämistä kokeiltaessa tuli selvittää aiheuttaako työvaiheen aikaistaminen ongelmia muilla työpisteillä. Poralaitteet käyvät loppukokoonpanon jälkeen vielä muun muassa koeporauksessa sekä säädössä. Kokeilua tehdessä piti selvittää estääkö asennetut katteet esimerkiksi mahdollisten vuotojen havaitsemista ja niiden paikkaamista. Myös mahdolliset tilarajoitukset tuli huomioida, sillä asennetut katteet vievät huomattavasti enemmän tilaa, varsinkin ovien ja luukkujen ollessa auki. Tämän enempää asiaa ei työn aikana tutkittu.

Työn tekemisen aikana suoritettiin kokeilu, jossa kymmenen DD321-laitetta katettiin valmiiksi ennen saapumistaan viimeistelyyn. Valmiiksi katetuilla laitteilla oli tarkoitus tutkia kuinka se vaikuttaa aikaisempiin työvaiheisiin. Tutkinta jäi tuotannonkehitykselle ja palautetta ei työn aikana enempää saatu. Valmiiksi katettujen laitteiden viimeistely onnistui täysin häiriöttä ja huomattavasti aikaisempaa joustavammin ja nopeammin. Kate-  
tut laitteet valmistuivat viimeistelystä keskimäärin 55:ssä tunnissa, kun normaalisti DD321-laitteen viimeistely kestää keskimäärin yli 70:tä tuntia. Kokeilu sujui siis viimeistelyn osalta erittäin hyvin.

## 7 POHDINTA

Työn tuloksina kaikille viimeistelyssä tehtäville laitteille saatiin kehitettyä yksityiskohdaiset standardityöjärjestyslistat, sekä selvitettyä laitekohtaiset standardikuormitukset. Työn aikana standardityöjärjestyslistat otettiin viimeistelyssä käyttöön ja niiden hyöty pystyttiin heti toteamaan työn seurannassa, johtamisessa sekä uusien työntekijöiden opastamisessa. Työn aikana ei ehditty saada tarpeeksi suurta otantaa, jotta olisi mahdollista sanoa standardityöjärjestyslistojen hyötyä laitteiden alentuneissa tuntikuormissa, mutta positiivinen suunta oli kuitenkin havaittavissa. On kuitenkin selvää, että listoista oli selkeää hyötyä monella tasolla ja tulevaisuudessa mitä enemmän poralaitteita tehdään, sitä suuremmaksi hyöty kasvaa. Työn tavoite täyttyi siis juuri niin kuin oli suunniteltu.

Työn toteuttaminen oli aikaa vievää, sillä laitteiden työvaiheiden selvittämiseksi tuli viettää paljon aikaa viimeistelyssä laitteiden läheisyydessä. Työn aikana tuli myös seurata tuotantosuunnitelmaa, jotta kaikkien eri laitemallien tutkiminen mahdollistui.

Opinnäytetyön aihe oli mielenkiintoinen, motivoiva sekä sopivan haasteellinen. Työn aloittaminen oli helppoa, sillä minulla oli aikaisempaa kokemusta sekä viimeistelyn, että maalaamon työtehtävistä. Projektin aikana kokemukseni kasvoi ja pääsin entistä syvemälle viimeistelyprosessin sisältöön.

Työn alussa viimeistelyssä oli havaittavissa lievää muutosvastarintaa, mutta työn aikana asentajien asenteet muuttuivat. Tämän jälkeen sain asentajilta suurta apua ja he olivat mittamattoman arvokkaita projektin onnistumisen kannalta.

## **LÄHTEET**

About Us 2016. Sandvik, Luettu 4.6.2016

<http://www.home.sandvik/en/about-us/our-company/>

Sandvikin historia, 2016. Sandvik Mining and Construction Oy, Luettu 4.6.2016

<http://www.miningandconstruction.sandvik.com/fi>

Yritysinfo. 2016. Sandvik Mining and Construction Oy, Luettu 4.6.2016

<http://www.miningandconstruction.sandvik.com/fi>

Toivo Äijä, Kilpailukyky huippukuntoon, 2008

Jukka Oksaharju, Hyvästä yhtiöstä hyvään sijoitukseen, 2012

Puusa, Reijonen, Juuti, Laukkanen, Akatemiasta markkinapaikalle, 2014



***LIITTEET*****Liite 1. DD321 Suunniteltujen ja toteutuneiden tuntien seuranta 2014-2015**

**Liite 2. Laskelmia ongelmien aiheuttamista kustannuksista vuositasolla**

**Liite 3. Standardityöjärjestyslista DD321 & DD421**

**Liite 4. Standardityöjärjestyslista DL3xx**

**Liite 5. Standardityöjärjestyslista DL411 & DL421**

**Liite 6. Standardityöjärjestyslista DL431**

**Liite 7. Standardityöjärjestyslista DS411 & DS421**

**Liite 8. Standardityöjärjestyslista DT8xx**



**Liite 9. Standardityöjärjestyslista DT9xx**

**Liite 10. Standardityöjärjestyslista DT11xx & DT12xx & DT13xx**

**Liite 11. Standardityöjärjestyslista Ranger**

**Liite 12. Standardityöjärjestyslista Pantera**

**Liite 13. Standardityöjärjestyslista Dino**

**Liite 14. Standardityöjärjestyslista DQ240 & DQ440**

**Liite 15. Taulukko laitteiden kuormitusten pudotuksista laitemalleittain**

**Liite 16. Uusi pakkausjärjestys DT82x laitteiden katepaketille**